

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号: 23020111153061

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于多视觉词汇索引的车辆图像检索

The Vehicle Image Retrieval Based on Multiple  
Vocabularies Index

李 辉

指导教师姓名: 杨晨晖 教授

专 业 名 称: 计 算 机 技 术

论文提交日期: 2014 年 5 月

论文答辩时间: 2014 年 月

学位授予日期: 2014 年 月

答辩委员会主席:

李 辉

评 阅 人:

\_\_\_\_\_

2014 年 5 月



## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（  
）课题（组）  
的研究成果，获得（  
）课题（组）经费或实验室的  
资助，在（  
）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：李辉

2014年 5月24日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

( ) 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

( ☒ ) 2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人（签名）：李辉

2014年5月24日

## 摘要

车辆图像检索是智能交通系统的重要组成部分，车辆检索在停车场智能管理、高速公路自动收费、道路监控、超时停车检测等方面有着非常好的应用前景。本课题来源于高速公路服务区车辆智能检测项目，是基于特定场景下的车辆图像检索问题。

车辆图像检索主要是基于车辆检测、目标区域提取、特征提取和特征匹配的相关技术，目前关于图像检索的技术研究相对来说比较成熟。本文旨在进一步研究车辆图像特征在索引层面的融合，在有光照变化等情况的交通场景中能够进行准确的车辆图像检索。本文的主要的研究内容如下：

1. 研究图像检索的流程和经典算法，分析和总结了车辆图像检索流程中的关键要素、检索流程和特征提取。研究了不同检索流程和特征提取方法的优缺点，并分析了它们在实时车辆图像检索中的可行性。

2. 基于可变部件模型的车辆目标区域提取。为了减少检索时间、计算量以及车辆以外区域对检索的影响，本文首先对车辆目标区域进行了提取，把不同背景下的车辆目标部分作为特征提取区域，大大减少了处理时间，提高了检索效率。

3. 基于多视觉词汇索引的车辆图像检索。本文提出一种将局部对称性特征和局部颜色特征在索引层面上进行融合的多维索引方法。具体地说，互补的两种特征被集合到了一个多维的倒排索引中。首先我们选择局部对称性特征来表达车辆图像，其具有很好的光照适应性和不变性。为了进一步加强视觉词汇的分辨力，我们加入颜色特征来反映图像中局部颜色的分布，使得两种视觉词汇形成互补关系。本文应用基于 TF-IDF 加权的词袋模型，不同特征描述子被赋予不同权值。

通过实验分析，基于多视觉词汇索引的车辆图像检索技术能很好的用于快速实时车辆图像检索。

**关键词：**图像检索；车辆目标区域提取；多视觉词索引

厦门大学博硕士论文摘要库

## Abstract

The vehicle image retrieval is an important part of intelligent transportation system. Vehicle retrieval has good application prospect in intelligent parking lot management, highway automatic charge, road monitoring and parking timeout detection. This paper comes from vehicle intelligent monitoring projects of highway service area, the problem bases on fixed background of vehicle image retrieval.

Vehicle image retrieval has many relate technologies, such as vehicle detection, object area segmentation, feature extraction and feature matching, current technology in image retrieval is relatively mature. The purpose of this paper is to further study vehicle image feature fusion at indexing level, in response to the changes of illumination and luminance and to be able to make retrieval real-time. This article main research contents are as follows:

1. Researching on the process and classical algorithm of image retrieval, analyze and summarize the key elements in the image retrieval process and feature extraction. Studying the advantages and disadvantages of different retrieval process and feature extraction methods, and analyze their feasibility in real-time vehicle image retrieval.

2. Deformable part model based vehicle area segmentation. In order to reduce the retrieval time and workload of computational, first we need to carry on the vehicle localization, we extract feature only in vehicle regions, this greatly reduces the processing time, improving the efficiency of retrieval.

3. The vehicle image retrieval based on multi-visual word index. We present a multi-dimensional index method to perform feature fusions of local symmetry feature and local color feature at indexing level. Specifically, two complementary features are coupled into a multi-dimensional inverted index. First we choose local symmetry feature to represent the vehicle image, it has strong illumination adaptability and invariance. To further enhance discriminative power of the visual word, we add local color feature to reflect distribution of local color in vehicle image. Thus, they form a complementary relationship with each other. We use bag of words as the retrieval

model with TF-IDF weight, different feature descriptor is assigned to different weight.

Through experimental analysis, vehicle image retrieval technique basing on multiple vocabularies index achieves good effect in accurate vehicle image retrieval.

**Key Words:** Image Retrieval; Vehicle Area Extraction; Multiple Vocabularies Index

厦门大学博硕士论文摘要库

# 目录

<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 课题背景及研究意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.2.1 代表性系统介绍 .....	3
1.2.2 车辆图像检索研究现状 .....	4
1.3 研究内容与技术难点 .....	6
1.4 论文结构安排 .....	7
<b>第二章 车辆图像检索技术 .....</b>	<b>9</b>
2.1 引言 .....	9
2.2 车辆检测 .....	10
2.3 车辆分类 .....	12
2.4 车辆特征 .....	13
2.4.1 车辆特征选择 .....	13
2.4.2 常用车辆特征介绍 .....	13
2.5 车辆匹配 .....	14
2.6 检索性能评价 .....	16
2.7 车辆检索的难点 .....	16
2.8 本章小结 .....	16
<b>第三章 基于可变部件模型的车辆目标区域提取 .....</b>	<b>19</b>
3.1 车身定位的必要性 .....	19
3.2 基于可变部件的车身定位 .....	21
3.2.1 基于梯度直方图的特征表示 .....	22
3.2.2 模型结构 .....	23
3.2.3 训练模型 .....	27



3.3 本章小结 .....	30
<b>第四章 基于多视觉词索引的车辆图像检索 .....</b>	<b>31</b>
4.1 词袋模型简介 .....	31
4.2 传统的倒排索引简介 .....	32
4.3 特征提取和量化 .....	33
4.3.1 局部对称性特征 .....	33
4.3.2 局部颜色特征 .....	37
4.3.3 特征量化 .....	38
4.4 多视觉词索引 .....	38
4.4.1 成对索引的结构 .....	38
4.4.2 成对索引的查询 .....	40
4.5 实验结果及分析 .....	40
4.6 本章小结 .....	46
<b>第五章 总结与展望 .....</b>	<b>47</b>
5.1 工作总结 .....	47
5.2 展望 .....	48
<b>参考文献 .....</b>	<b>49</b>
<b>硕士在读期间科研成果 .....</b>	<b>55</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>57</b>

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Significance of The Subject .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Representative System Introduction .....	3
1.2.2 Vehicle Image Retrieval Status .....	4
<b>1.3 Research and Technical Difficulties .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Arrangement .....</b>	<b>7</b>
<b>Chapter 2 Vehicle Image Retrieval Technology .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Vehicle Detection.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Vehicle Classification.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Vehicle Feature.....</b>	<b>13</b>
2.4.1 Vehicles Feature Selection .....	13
2.4.2 Common Vehicle Feature.....	13
<b>2.5 Vehicle Matching.....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 Evaluation of Image Retrieval.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 The Difficulties of Vehicle Image Retrieval.....</b>	<b>16</b>
<b>2.8 Summary of This Chapter .....</b>	<b>16</b>
<b>Chapter 3 Deformable Part Model Based Vehicle Area Segmentation .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 The Necessity of Vehicle Localization .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 DMP-Based Vehicle Localization .....</b>	<b>21</b>
3.2.1 Gradient Histogram Feature Representation.....	22
3.2.2 Model Structure .....	23
3.2.3 Model Training.....	27

3.3 Summary of This Chapter .....	30
<b>Chapter 4 Vehicle Retrieval Based on Multiple Vocabularies index</b> .....	<b>31</b>
4.1 Bag of Words.....	31
4.2 Conventional Inverted Index Revisit .....	32
4.3 Feature Extraction and Quantization .....	33
4.3.1 Local Symmetry Feature .....	33
4.3.2 Local Color Feature .....	37
4.4 Multiple Vocabularies Index .....	38
4.4.1 Structure of Coupled Index .....	38
4.4.2 Querying Coupled Index .....	40
4.5 Result and Analysis of Experiment .....	40
4.6 Summary of This Chapter .....	46
<b>Chapter 5 Conclusion and Future Work .....</b>	<b>47</b>
5.1 Conclusion .....	47
5.2 Future Work .....	48
<b>References .....</b>	<b>49</b>
<b>Papers &amp; Projects .....</b>	<b>55</b>
<b>Acknowledgement .....</b>	<b>57</b>



## 第一章 绪论

### 1.1 课题背景及研究意义

智能交通系统<sup>[1]</sup> (Intelligent Transport System) 是将先进的信息技术、电子传感技术、数据通讯传输技术、控制技术 & 图像处理等技术有效地结合起来, 运用于交通运输管理而建立的一种全方位、在大范围内发挥作用的, 实时、准确、高效的综合交通运输管理体系。其中包括运营车辆调度管理系统、城市交通智能调度系统、车站客流疏导系统、高速公路智能调度系统、机场、机动车自动控制系统等。近些年来由于信息技术的飞速发展, 智能交通技术将是未来交通发展的主流方向。世界上好多国家都对智能交通系统有着很深的研究与应用。

2013 年新交通法规<sup>[2]</sup> 的执行, 加大了对有意遮挡、伪造机动车车牌等车辆牌照违法的处罚力度。目前, 交警对车辆的监控执法, 主要是通过车牌识别系统对卡口 (指交通环境中安装了电子监控设备的地方) 违法车辆高清抓拍图像中的车牌信息进行检索分析, 获得违法车辆的现场违法证据, 捡取审核该证据后追究其法律责任。在交通管理中, 一旦车牌无法识别, 就很难通过现有的车牌识别系统来为执法提取证据。

为了逃避处罚, 往往车辆驾驶人会采取遮挡、污损、变造、伪造机动车牌照或者不挂车牌等手段, 使当前的车牌识别系统无法识别出车辆的牌照信息。尽管目前我国已经出台了相关的新交通法规, 但在实际的实施过程当中, 由于缺乏类似车牌识别系统那样有效的技术手段, 造成对此类违规违法车辆的检测、追查产生困难。而每天此类违法车辆的数量庞大, 无法采用人工进行统计、分析和处理。这给交通执法带来了很大的困难, 怎样从大量的交通监控视频图片中找到违法车辆已经成为困扰交通管理执法部门亟待解决的焦点问题之一。可见建立一套针对此类违法车辆的监控、检索体系非常必要, 具有非常重要的民生意义。抽象为学术问题就是: 根据一张车辆图像 (违章车辆) 的特征从数据库中找到目标车辆的原图, 即与目标车辆完全同一, 背景相近似的图片。其难点在于车辆图像会受到环



境的影响,如光照、可见度、天气等因素的影响,并且同一型号的两辆车特征比较相似,所以一个好的特征表示方法是关键;此外就是对车辆图像特征进行比较和相似性排序,找到和目标车辆最相近的几个车辆图像。

目前关于图像检索技术的应用和研究在国内国际都得到了广泛的关注,检索的方法日新月异,检索技术趋于成熟。但在交通场景中面临着图片数量巨大和图片质量受光照、天气、遮挡影响的挑战,这些往往会影响车辆图像检索的实时性。所以选取合适的车辆特征显得尤为重要。

## 1.2 国内外研究现状

图像检索技术是一种在图像集合中查找具有包含指定内容或者具有指定特征的搜索技术。从 20 世纪 70 年代开始,图像检索技术就一直是科研人员重点研究的课题之一。随着互联网技术的发展,如何从海量的图像数据库中检索到人们所需要的图像信息,已然成为一大难题。目前,图像检索的技术研究也随着图像处理等有关领域的发展得到了进一步的研究,各种新的检索方法也不断被提出。根据这些方法的原理,可以将图像检索技术大致分为基于文本的图像检索技术(Text-Based Image Retrieval)和基于内容的图像检索技术(Content-Based Image Retrieval)。其中,前者以数据库为基础发展而来,而基于内容的图像检索技术是以图像处理以及计算机视觉为基础的。两种技术各有优缺点目前也有部分学者对两者的综合使用进行研究。

在大数据时代,每天会产生数以亿计的图像资料,这些图像资料的内容千差万别,而基于文本的图像检索需要对每一幅图片进行标记,这需要耗费大量人力物力且这种标记并不能完美表达图像的内容。这样基于文本的图像检索不在是研究这门关注的热点,研究图像检索的学者们转而开始研究基于内容的图像检索。在基于内容的图像检索<sup>[3]</sup>中,图像的本质内容是关键,图像内容是否相似才是图像件检索结果正确与否的依据,而我们通过图像的特征来表达图像的内容。图 1-1 说明了这样一个从图像底层特征到图像高层语义的过程。

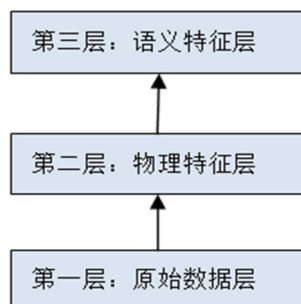


图 1-1 图像内容的层次化模型

### 1.2.1 代表性系统介绍

目前国内外有关基于内容的图像检索的技术和理论方法不断被提出，下面是一些具有代表性的图像检索系统：Photobook：由 MIT 实验室研制的 Photobook<sup>[4]</sup> 图像搜索引擎，该系统提供基于纹理、形状和面部特征的图像搜索，用户可以自行选择用这三个特征来查询所需的图片；Virage：由 Virage 公司研发的 Virage<sup>[5]</sup> 图像搜索系统，该系统支持纹理、形状、颜色等特征，其特点是用户可以将各种特征组合起来进行图像的搜索，在查询中也可以分配各个特征的权重；QBIC：由 IBM 开发<sup>[6]</sup>，是第一个用于商业用途的 CBIR 系统。其引擎的架构方式对之后的图像检索有着直接的影响。随着机器视觉和图像处理技术的不断革新，更多的先进的技术和理论被应用到图像检索中来。近年来，国内外一些大的互联网公司也推出了相应的产品，如谷歌的以图找图和百度的百度识图等。

通过对以上流行系统的介绍和对相关的技术理论的了解，我们可以发现，基于内容的图像检索的研究内容主要集中在以下几个方面<sup>[7]</sup>：

(1) 图像的特征提取和特征表达。不同的特征所表达的意义是不同的，所以选用哪一种图像特征来表达图像是一个关键的问题，不同种类的图片适合不同的特征表达方式，选取合适的特征对于高效的图像检索意义很大。同时底层特征和高层特征之间的关系建立也是研究的重点内容，特征提取和特征表达是图像表示的主要内容。

(2) 图像的相似性度量。当图像被某种特征表达之后，如需进行图像的匹配，那么相似性度量就成为一个关键的问题。相似性度量具有主观性，需要大量的实

验结果来验证,不同的度量方式可能得到的结果会相差很大,这就需要根据研究者的实际感受和对所选特征的理解来选择匹配方式。

(3)特征的局限性和依耐性。我们选取的特征不一定适合所有的检索模型,不同特征可能效果会不一样,目前为止还没有发现一个特征组合,可以满足所有的检索需求。由于选取不同的特征应用于不同的检索模块,所以模块的变化会导致系统重构,从而使得应用存在局限性。

(4)多种特征的结合。某一种特征很难准确完整地表示图像内容,并且特征的提取也会受到各方面因素的影响,所以目前对于多特征融合进行图像检索研究也比较多。但是选取哪几种特征进行融合也是需要验证的,如选取了不合适特征会影响系统性能。

(5)机器学习和反馈。由于系统构建的主观性,底层特征和匹配策略很难适合多种用户的评价标准,进而可以引进机器学习算法来评价检索结果。让机器主动学习人的评价方法,可以在一定程度上代替人调整系统内部参数优化检索结果等,通过反馈机制来提高二次检索的精确度。

(6)高维向量索引。由于图像内容的复杂性,图像的特征向量的维数一般都很高,对于海量的图像数据需要建立性能非常好的索引,否则检索效率会很低,通常能从检索引擎的性能、准确率和完整性等方面判断检索系统的好坏。

### 1.2.2 车辆图像检索研究现状

相对于普通的图像检索,车辆图像检索的研究目前还不是很普遍。车辆图像检索的主要流程包括车辆检测、车辆目标区域提取、特征提取、车辆分类和车辆匹配。近年来也有研究者提出了一些新的检索方法应用到车辆图像检索上,最新的成果有:

1. 文献[8]根据车辆的固有颜色应用多实例学习的方法来进行车辆图像检索。文中提出了一种新的使用颜色特征和多个实例学习方法用于检索图像数据库。通常,车辆有多种颜色和形状在不同的视角、天气、和照明条件。所有的变化将增加选择描述车辆一般特征的诸多困难和挑战。因此,用传统的方法来检索车辆要求他们的方向或颜色是固定的。为了解决这个问题,文中提出了一种新的车辆检

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库